

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 196 26 576 A 1

(51) Int. Cl. 9:  
F02M 61/04

DE 196 26 576 A 1

(21) Aktenzeichen: 196 26 576.2  
(22) Anmeldetag: 2. 7. 98  
(23) Offenlegungstag: 8. 1. 98

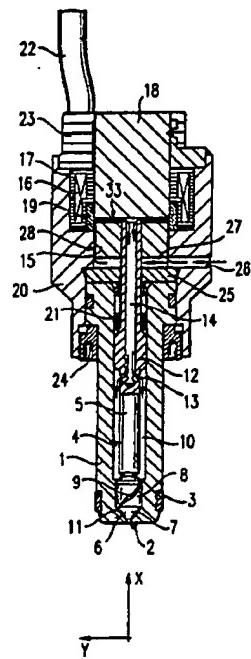
(71) Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:  
Norgauer, Rainer, 71842 Ludwigsburg, DE

DE 196 26 576 A 1

(54) Brennstoffeinspritzventil

(57) Bei bereits bekannten Brennstoffeinspritzventilen sind im Bereich der Zumeßstelle Drahlnuten oder Drahlohrungen vorgesehen. Die Drosselung der Brennstoffströmung im Bereich dieser Drahlnuten oder Drahlohrungen bewirkt jedoch die Übertragung einer Kraftkomponente auf die Ventilnadel in schließende Richtung. Dies kann das Ventilverhalten ungünstig beeinflussen. Das erfindungsgemäß weitergebildete Brennstoffeinspritzventil weist eine zweite drosselartige Verengung (28; 31; 32) auf. Der Brennstoff wird dabei so geführt, daß dieser die zweite drosselartige Verengung (28; 31; 32) mit einer von der Abspritzöffnung (2) weggerichteten Strömungskomponente durchströmt. Dadurch wird auf die Ventilnadel (5) oder ein mit der Ventilnadel (5) kraftschlüssig verbundenes Element, insbesondere auf den Anker (15), eine zumindest teilweise kompensierende Gegenkraft ausgeübt.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs. Es ist bereits aus der DE-OS 36 24 476 ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, bei dem zur besseren Verwirbelung des Brennstoffs in der Ventilnadel eine oder mehrere Drallbohrungen vorgesehen sind, die so verlaufen, daß sie bezüglich der Längsachse des Einspritzventils sowohl eine axiale als auch eine tangentiale Komponente aufweisen. Der aus den Bohrungen austretende Brennstoff strömt dabei unmittelbar auf die Ventilsitzfläche des Düsenkörpers. Nachteilig ist jedoch, daß auf Grund des engen Öffnungsquerschnitts der Drallbohrungen eine unerwünschte, auf die Ventilsitzfläche gerichtete Kraft auf die Ventilnadel ausgeübt wird, die durch Reibung, Stoßverluste und den Druckabfall beim Durchströmen der Drallbohrungen hervorgerufen wird. Diese auf die Ventilsitzfläche gerichtete Kraft wirkt dem Öffnen der Ventilnadel entgegen und kann deshalb ein ungünstiges Ventilverhalten bewirken.

Aus der US 4, 520, 962 ist es ferner bekannt, statt der Drallbohrungen Drallnuten vorzusehen, die in ähnlicher Weise aufgrund der entstehenden Drallströmung eine bessere Verwirbelung des Brennstoffs bewirken. Bei dem aus der US 4, 520, 962 hervorgehenden Brennstoffeinspritzventil sind die Drallnuten jedoch nicht unmittelbar an der Ventilnadel, sondern in einem in Strömungsrichtung zwischen der Ventilsitzfläche und der Abspritzöffnung in den Düsenkörper eingesetzten Drallelement ausgebildet.

Aus der DE-OS 25 43 805 ist ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, an dessen Ventilnadel in Strömungsrichtung oberhalb der Zumeßstelle Drallnuten ausgebildet sind. Auch bei dieser Bauart des Brennstoffeinspritzventils ergibt sich der vorstehend aufgezeigte Nachteil, daß aufgrund der Reibung, der Stoßverluste und des Druckabfalls beim Durchströmen der Drallnuten eine unerwünschte Kraft in Schließrichtung auf die Ventilnadel ausgeübt wird, die ein ungünstiges Ventilverhalten hervorrufen kann.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die im Bereich der Drallnuten oder Drallbohrungen, welche als erste drosselartige Verengung wirken, auf die Ventilnadel ausgeübte Kraftkomponente in Schließrichtung durch eine Kraftkomponente in entgegengesetzte Richtung verkleinert, kompensiert oder im Bedarfsfall sogar überkompensiert wird. Dies wird dadurch erreicht, daß der Brennstoff eine zweite drosselartige Verengung mit entgegengesetzter Strömungsrichtung durchströmt. Dabei wird auf die Ventilnadel oder ein mit der Ventilnadel kraftschlüssig verbundenes Element eine Kraftkomponente ausgeübt, die der von den Drallnuten oder den Drallbohrungen auf die Ventilnadel ausgeübten Kraftkomponente entgegenwirkt. Durch entsprechende Bemessung des Strömungsquerschnitts der erfindungsgemäßen zweiten drosselartigen Verengung läßt sich die entgegengerichtete Kraftkomponente so bemessen, daß die von der Brennstoffströmung im Bereich der Drallnuten oder der Drallbohrungen auf die Ventilnadel ausge-

übte Kraftkomponente verkleinert, kompensiert oder im Bedarfsfall sogar überkompensiert wird. Dadurch wird ein erheblich verbessertes Schaltverhalten des Brennstoffeinspritzventils erreicht.

5 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

Als der Kompensation dienende drosselartige Verengung kann besonders vorteilhaft der zwischen dem mit der Ventilnadel verbundenen Anker und dem den Anker umschließenden Gehäuse ausgebildete Ringspalt Verwendung finden. Dieser Ringspalt ist aufgrund des Übertritts der Magnetfeldlinien sehr schmal bemessen, 10 so daß sich die beabsichtigte Drosselwirkung ohne weiteres einstellt, wenn die Brennstoffströmung durch diesen Ringspalt mit einer von der Abspritzöffnung weggerichteten Strömungskomponente geführt wird. Durch die Brennstoffströmung wird auf den Anker eine Kraftkomponente übertragen, die in die öffnende Richtung der Ventilnadel gerichtet ist und daher der im Bereich der Drallnuten oder Drallbohrungen auf die Ventilnadel in schließender Richtung ausgeübten Kraftkomponente 15 entgegenwirkt. Die Verwendung des Ringspalts zwischen dem Anker und dem umgebenden Gehäuse als kompensierende drosselartige Verengung ist besonders vorteilhaft, da dies keine zusätzlichen konstruktive oder fertigungstechnische Maßnahmen erfordert. Es ist lediglich erforderlich, die Brennstoffströmung durch den 20 Ringspalt hindurch zu leiten. Als weiterer Vorteil ergibt sich, daß die auf den Anker und somit auf die Ventilnadel ausgeübte Kompensationskraft von der Breite des Ringspalts und somit bei gegebenen Gehäuseabmessungen vom Durchmesser des Ankers abhängt. Dieses Maß 25 ist fertigungstechnisch ohne größeren Aufwand variierbar, so daß die Kompensationskraft durch Variation des Durchmessers des Ankers eingestellt werden kann.

Alternativ oder zusätzlich können am Außenumfang des Ankers axiale Nuten vorgesehen sein. Der Strömungsquerschnitt kann dabei durch entsprechende Anpassung der Anzahl, Breite und Tiefe der Nuten ebenfalls ohne größeren fertigungstechnischen Aufwand variiert werden.

Als weitere Alternative können in dem Anker axiale Bohrungen vorgesehen sein, deren Anzahl und Durchmesser den zur Kompensation notwendigen Strömungsquerschnitt definieren. Auch hierbei ergibt sich der fertigungstechnische Vorteil, daß eine Variation des kompensierenden Strömungsquerschnitts durch Veränderung der Anzahl oder des Durchmessers der Bohrungen ohne weiteres möglich ist.

## Zeichnung

55 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen axialen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Brennstofteinspritzventil, Fig. 2 eine Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel des Ankers eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils, Fig. 3 eine Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels des Ankers eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils und Fig. 4 eine Draufsicht auf ein alternatives Ausführungsbeispiel des Ankers des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Das in der Fig. 1 beispielsweise dargestellte elektromagnetisch betätigbare Ventil in der Form eines Einspritzventils für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichteten, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen hat einen rohrförmigen Düsenkörper 1 mit einer Abspitzöffnung 2. Das Brennstoffeinspritzventil des Ausführungsbeispiels wird zur Brennstoff-Hochdruck-Direkteinspritzung verwendet. Die in einen Zylinder der Brennkraftmaschine eingeführte Abspitzöffnung 2 ist mittels des Dichtrings 3 nach außen abgedichtet.

Der Düsenkörper 1 weist eine axiale Längsbohrung 4 auf, die die Ventilnadel 5 aufnimmt. Stromaufwärts der Abspritzöffnung 2 ist an dem Düsenkörper 1 eine Ventilsitzfläche 6 ausgebildet, die mit einem kegelstumpfförmigen Ventilschließkörper 7 der Ventilnadel 5 zur Ausbildung eines Dichtsitzes zusammenwirkt.

Stromaufwärts des Ventilschließkörpers 7 weist die Ventilnadel 5 einen zylinderförmigen Abschnitt 8 auf, an dessen Mantelfläche eine oder mehrere spiralförmig ausgebildete Drallnuten 9 vorgesehen sind. Die Drallnuten 9 werden in radialer Richtung von dem den zylinderförmigen Abschnitt 8 umschließenden Düsenkörper 1 abgeschlossen und erstrecken sich von einer Brennstoffkammer 10, die Teil der axialen Längsbohrung 4 des Düsenkörpers 1 ist, bis zu einer Zumeßstelle 11 im Bereich der Ventilsitzfläche 6. Mittels der Drallnuten 9 wird eine Ventilströmung erzeugt, die die Verwirbelung des Brennstoffs begünstigt.

Die Strömung des Brennstoffs durch die Drallnuten 9 verursacht bedingt durch die geringe Querschnittsfläche der Drallnuten 9 eine unerwünschte Kraft entgegen der x-Richtung des zur besseren Verdeutlichung eingezeichneten Koordinatensystems, d. h. eine in Schließrichtung der Ventilnadel 5 gerichtete Kraftkomponente. Diese Kraftkomponente wird durch die Reibung, die Stoßverluste und den Druckabfall hervorgerufen, die der Brennstoff beim Durchströmen der Drallnuten 9 erfährt. Da die beschriebene Kraftkomponente dem Öffnen der Ventilnadel 5 entgegenwirkt, kann sie das Ventilverhalten ungünstig beeinflussen.

Die Brennstoffkammer 10 wird stromaufwärts durch den Führungsabschnitt 12 begrenzt und ist über Ausstrittsöffnungen 13 mit einer axialen Hohlbohrung 14 verbunden, die den oberen Bereich der Ventilnadel 5 durchdringt.

An ihrem dem Ventilschließkörper 7 entgegengesetzten Ende ist die Ventilnadel 5 mit einem Anker 15 verbunden. Der Anker 15 wirkt mit einer Magnetspule 16 zum Schließen und Öffnen des Brennstoffventils zusammen. Ein in radialer Richtung gestufter Spulenkörper 17 nimmt die Bewicklung der Magnetspule 16 auf. Der gestufte Spulenkörper 17 übergreift teilweise den Kern 18 und mit einer Stufe größeren Durchmessers das Zwischenstück 19 zumindest teilweise axial. Sowohl der Anker 15 als auch der Kern 18 und das Gehäuse 20 sind aus einem ferromagnetischen Material gefertigt. Durch den Kern 18, den Anker 15 und das Gehäuse 20 wird ein geschlossener magnetischer Flußkreis gebildet, wobei der Anker 15 bei elektrischer Erregung der Magnetspule 16 in Richtung auf den Kern 18 gezogen wird. Dadurch wird die Ventilnadel 5 in x-Richtung entgegen der durch die Rückstellfeder 21 hervorgerufenen Rückstellkraft angehoben, was ein Öffnen des Brennstoffeinspritzventils bewirkt. Die Rückstellfeder 21 stützt sich dabei an der Stützplatte 25 ab.

Das Versorgungskabel 22 dient zur elektrischen Versorgung der Magnetspule 16 und ist über eine Steckerverbindung 23 mit dem Gehäuse 20 verbunden. Zur Montage des Gehäuses 20 dienen die Befestigungselemente 24. Im geöffneten Zustand des Brennstoffeinspritzventils schlägt der Anker 15 mit seiner Anker-Anschlagfläche 33 an der der Abspitzöffnung 2 zugewandten Stirnfläche des Kerns 18 an.

Entsprechend der erfundungsgemäßen Weiterbildung

- 10 wird die beim Durchströmen der als drosselartige Verengung wirkenden Drallnuten 9 auf die Ventilnadel 5 übertragene, entgegen der x-Richtung wirkende Kraftkomponente durch eine in x-Richtung auf die Ventilnadel 5 ausgeübte entgegengerichtete Kraftkomponente
- 15 verkleinert, kompensiert oder bei Bedarf sogar überkompensiert. Dazu wird der Brennstoff mit einer von der Abspritzöffnung 2 weggerichteten Strömungskomponente durch eine zweite drosselartige Verengung geführt. Beim Durchströmen dieser zweiten drosselartigen
- 20 Verengung wird auf die Ventilnadel 5 die entgegengesetzte Kraftkomponente ausgeübt.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel fließt der Brennstoff über einen Anschlußstutzen 26 einer Brennstoff-Eingangskammer 27 zu. Zwischen der Brennstoff-Eingangskammer 27 und der Anker-Anschlagfläche 25 durchströmt der Brennstoff einen zwischen dem Anker 15 und dem umgebenden Gehäuse 20 ausgebildeten Ringspalt 28. Der Ringspalt 28 ist relativ schmal bemessen, um einen möglichst verlustfreien Übertritt der Mагнитных линий zwischen dem Gehäuse 20 und dem Anker 15 zu ermöglichen. Der Ringspalt 28 bildet daher eine zweite drosselartige Verengung, so daß beim Durchströmen des Ringspalts 28 eine Kraftkomponente in x-Richtung auf den Anker 15 und somit auf die mit dem Anker 15 verbundene Ventilnadel 5 ausgeübt wird. Diese Kraftkomponente wirkt jener Kraftkomponente entgegen, die beim Durchströmen der eine erste drosselartige Verengung bildenden Drallnuten 9 entgegen der x-Richtung auf die Ventilnadel 5 ausgeübt wird. Durch geeignete Bemessung der Breite des Ringspaltes 28 kann daher die auf Grund der Brennstoffströmung durch die Drallnuten 9 in Schließrichtung auf die Ventilnadel 5 einwirkende Kraftkomponente kompensiert oder zumindest erheblich verkleinert werden. Im Bedarfsfall ist es auch möglich, die in Schließrichtung wirkende Kraft überzukompensieren und somit das Öffnen des Brennstoffventils zu beschleunigen.

Insgesamt wird das Schaltverhalten des Brennstoffeinspritzventils durch die erfindungsgemäße Maßnahme wesentlich verbessert.

Nach Durchströmen des Ringspalts 28 fließt der Brennstoff im Bereich der Anker-Anschlagsfläche 25 radial in Richtung auf die Einmündung der in der Ventilnadel 5 vorgesehenen Hohlbohrung 14. Über die Hohlbohrung 14 gelangt der Brennstoff über die Austrittsöffnungen 13 in die Brennstoffkammer 10 und von dort über die Drallnuten 9 zur Zumeßstelle 11. Durch das enge Führungsspiel zwischen dem Führungsabschnitt 12 und dem Düsenkörper 1 wird der direkte Zufluß des Brennstoffs von der Brennstoff-Eingangskammer 27 zu der Brennstoffkammer 10 unter Umgehung des Ringspalts 28 weitgehend verhindert. Die Kompensationskraft läßt sich durch Variation des Durchmessers des Ankers 15 einstellen.

65 Fig. 2 zeigt eine Sicht auf die Anker-Anschlagsfläche 33 des Ankers 15. Entsprechend einer Weiterbildung der Erfindung können an der dem Kern 18 zugewandten Anker-Anschlagsfläche 33 des Ankers 15 radiale Nuten

29 vorgesehen sein, um die Strömung des Brennstoffs in diesem Bereich von dem die Mantelfläche 30 umgebenden Ringspalt 28 zur zentralen Hohlbohrung 14 der Ventilnadel 5 hin zu begünstigen.

Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht des Ankers 15 mit einer weiteren Weiterbildung der Erfindung. An der Mantelfläche 30 sind axial ausgerichtete Nuten 31 vorgesehen. Durch die Anzahl, die Breite und die Tiefe der Nuten 31 lässt sich die Querschnittsfläche der drosselartigen Verengung variieren, ohne das Führungsspiel zwischen Anker 15 und Gehäuse 20 zu beeinflussen. Somit lässt sich die durch die drosselartige Verengung an der Mantelfläche 30 auf den Anker 15 ausgeübte Kompensationskraft entsprechend der beabsichtigten Verkleinerung, Kompensation oder Überkompensation der an den Drallnuten 9 auf die Ventilnadel 5 ausgeübten Kraftkomponenten einstellen. In Fig. 3 sind ferner die radial ausgerichteten Nuten 29 an der Anker-Anschlagsfläche 33 erkennbar.

Fig. 4 zeigt ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel des Ankers 15. Die drosselartige Verengung wird durch axiale Längsbohrungen 32 gebildet, deren Anzahl und Durchmesser den wirksamen Strömungsquerschnitt bestimmen.

Die Ausbildung der kompensierenden zweiten drosselartigen Verengung kann im Rahmen der Erfindung in vielfältiger Weise erfolgen. Die drosselartige Verengung kann auch unmittelbar im Bereich der Ventilnadel 5 vorgesehen sein. Beispielsweise kann die drosselartige Verengung durch in die Hohlbohrung 14 ausmündende Bohrungen in der die Hohlbohrung 14 umgebenden Wandung ausgebildet sein, die eine axiale Richtungskomponente aufweisen. Erfindungswesentlich ist in der Brennstoffzuführung ein Bereich vorzusehen, in welchem die Brennstoffströmung eine von der Abspritzöffnung 2 weggerichtete Strömungskomponente aufweist, wobei in diesem Bereich eine Drosselung der Brennstoffströmung und eine Kraftübertragung auf die Ventilnadel 5 erfolgt. Gemäß der erfundungsgemäßen Weiterbildung lassen sich Strömungskräfte unterschiedlicher Art kompensieren, unabhängig davon, ob sie durch Drallnuten, Drallbohrungen oder andere drosselnde Strömungskanäle verursacht sind.

#### Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil, insbesondere Einspritzventil für Brennstofteinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem eine Ventilsitzfläche (6) aufweisenden Düsenkörper (1), wenigstens einer sich an die Ventilsitzfläche (6) stromabwärts anschließenden Abspritzöffnung (2) und einer Ventilnadel (5), die einen mit der Ventilsitzfläche (6) zusammenwirkenden Ventilschließkörper (7) und eine von dem Brennstoff mit einer auf die Abspritzöffnung (2) gerichteten Strömungskomponente durchströmte erste drosselartige Verengung (9) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilnadel (5) oder ein mit der Ventilnadel (5) kraftschlüssig verbundenes Element (15) eine zweite drosselartige Verengung (31; 32) aufweist oder an eine zweite drosselartige Verengung (28) angrenzt, die von dem Brennstoff mit einer von der Abspritzöffnung (2) weggerichteten Strömungskomponente durchströmt wird.

2. Brennstofteinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt der zweiten drosselartigen Verengung (28; 31; 32) so

bemessen ist, daß die beim Durchströmen der ersten drosselartigen Verengung (9) von dem Brennstoff auf die Ventilnadel (5) ausgeübte Kraftkomponente durch die beim Durchströmen der zweiten drosselartigen Verengung (28; 31; 32) auf die Ventilnadel (5) ausgeübte, entgegengesetzt gerichtete Kraftkomponente im wesentlichen kompensiert wird.

3. Brennstofteinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste drosselartige Verengung durch zumindest eine spiralförmig am Außenumfang der Ventilnadel (5) ausgebildete Drallnut (9) und/oder zumindest eine in der Ventilnadel (5) ausgebildete Drallbohrung gebildet ist.

4. Brennstofteinspritzventil nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem kraftschlüssig mit der Ventilnadel (5) verbundenen Element um einen mit einer Magnetspule (16) zur Betätigung des Brennstofteinspritzventils zusammenwirkenden Anker (15) handelt.

5. Brennstofteinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (15) von einem Gehäuse (20) umgeben ist und zwischen dem Außenumfang des Ankers (15) und dem Gehäuse (20) ein Ringspalt (28) ausgebildet ist, der die zweite drosselartige Verengung bildet, wobei der Brennstoff den Ringspalt (28) mit einer von der Abspritzöffnung (2) weggerichteten Strömungskomponente durchströmt.

6. Brennstofteinspritzventil nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß am Außenumfang des Ankers (15) eine oder mehrere Nuten (31) ausgebildet sind, die die zweite drosselartige Verengung bilden, wobei der Brennstoff die Nuten (31) mit einer von der Abspritzöffnung (2) weggerichteten Strömungskomponente durchströmt.

7. Brennstofteinspritzventil nach zumindest einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Anker (15) eine oder mehrere Bohrungen (32) ausgebildet sind, die die zweite drosselartige Verengung bilden, wobei der Brennstoff die Bohrungen (32) mit einer von der Abspritzöffnung (2) weggerichteten Strömungskomponente durchströmt.

8. Brennstofteinspritzventil nach zumindest einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilnadel (5) zumindest im Bereich der Verbindung mit dem Anker (15) eine Hohlbohrung (14) aufweist, um den Brennstoff in Richtung auf den Ventilkörper (6) zu leiten.

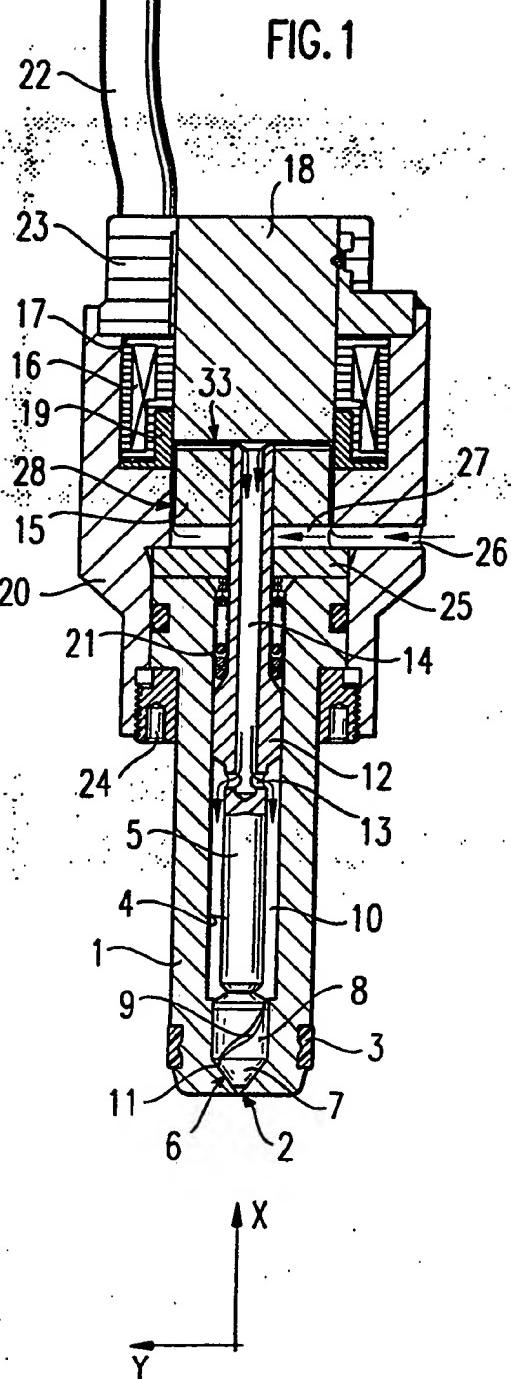
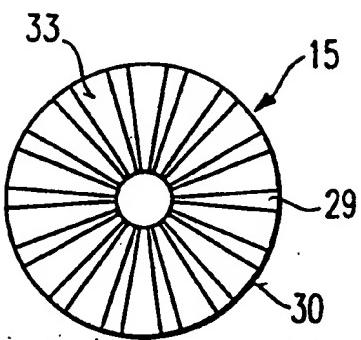
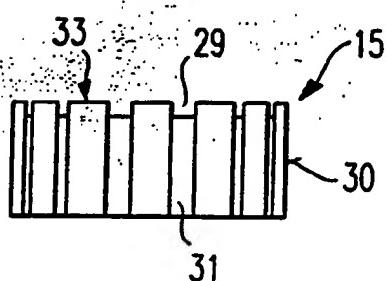
9. Brennstofteinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß an der dem Ventilkörper (6) der Ventilnadel (5) abgewandten Seite des Ankers (15) eine Anker-Anschlagfläche (33) ausgebildet ist, an der der Anker (15) im geöffneten Zustand des Brennstofteinspritzventils anschlägt, wobei in der Anker-Anschlagfläche (33) Nuten (29) vorgesehen sind, um den Brennstoff der in der Ventilnadel (5) ausgebildeten Hohlbohrung (14) zuzuleiten.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

**FIG. 2****FIG. 3****FIG. 4**